以氯化銨與硫酸銨之混合物作爲水稻肥料之初步研究

顏　滄　濤

Preliminary Report on the Mixture of Ammonium-Chloride and Sulfate as a Fertilizer of Rice

T. T. Yen.

I 緒　　言

關于氯化銨之肥效一事從來有很多的研究。一般皆認爲與硫酸銨，硝酸銨，硝酸鈣等有同等之肥效。

Scholz [1] 氏曾就燕麥加以研究，Kuyper [2] 氏在爪哇嘗就甘蔗行田間試驗，其他亦有以小麥，甜菜，馬鈴薯等行肥效試驗者[3]。根據此等研究之結果，氯化銨具相當高之肥效，如硫酸銨然。惟據 Schneidewind [4] 氏之研究，施用氯化銨可致馬鈴薯中澱粉之含量低下，又據 Mikhalovskii [5] 氏之研究，施用氯化銨于甜菜時，甜菜中糖之含量即降低。

原田 [6] 氏亦嘗就 Solvey 法副產物之氯化銨之肥效加以詳細之研究。氏曾用稻、麥、纖維作物，馬鈴薯等試驗之，得如次之結果。

氯化銨爲與硫酸銨同樣有效之肥料，又與其他肥料混合時，亦生與硫酸銨同樣之好結果，其與硫酸銨所不同者，厥爲對于稻麥多量施用之影響，在硫酸銨之場合，多量施用時，莖葉之生長雖茂盛，然子實之增收量則較少，若多量施用氯化銨時，子實之收量亦隨之增加，即欲以多肥爲方法而獲收量增加之場合，硫酸銨之效果遜于氯化銨。

氯離子對于纖維作物有好影響係周知之事實，據原田氏之研究，大麻之場合，施用氯化銨較施用硫酸銨所得之收量爲多，棉之場合亦如是，據云添加石灰時則收量更形增加。又就藺之研究，氯化銨亦較硫酸銨爲佳。又增加植物纖維柔軟性一事亦係氯化銨之特徵。據云在水稻等之多肥栽培時，稔熟之際雖稻穗垂及於地亦不致折斷者唯氯化銨施用區是也。

如上所述，氯化銨與硫酸銨，硝酸銨，硝酸鈣等有同等之肥效，又在歐洲特別在德國，氯化銨實際已用爲肥料。

硫酸銨之製造有種種之方法，如次式以氯氧化亞硫酸銨亦爲其一法 [7] 此法之生成物爲硫酸銨一分子及氯化銨二分子之混合物，係二者含量約等之混合物也。

$$4NH_3+SO_2+Cl_2+2H_2O=(NH_4)_2SO_4+2NH_4Cl$$

就此混合物之肥效，從來甚少研究，僅原田氏于氯化銨之肥效試驗中，曾配合硫酸銨及氯化銨加以試驗。

著者爲明瞭以上述之方法製造之硫酸銨及氯化銨混合物之肥效，就硫酸銨，氯化銨及二者種種比例之混合物行肥效試驗。

Ⅱ 試驗方法及試驗結果

A. 試驗概要

(1) 土壤：臺灣大學肥料試驗室附近之壤土。

(2) 作物：水稻（臺中65號）。

(3) 區劃及施肥：容器用盆鉢，各盆盛土壤 5kg. 使成水田狀態，於挿秧前三日，如次表施肥。每區二盆。各盆施用燐酸（P_2O_5）0.3gr.（有效燐酸 18.36 %之過燐酸鈣 1.6 gr.），鉀（K_2O）0.27 gr.（硫酸鉀0.5gr.）。氮之施用量每盆 0.4gr. 如次表所示，以硫酸銨或氯化銨或二者混合物施用之。

區名	$(NH_4)_2SO_4$		NH_4Cl		氮全施用量
	施用量	氮量	施用量	氮量	
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
(0—— 0)	0	0	0	0	0
(100—— 0)	2.00	0.40	0	0	0.40
(95—— 5)	1.90	0.38	0.08	0.02	0.40
(90—— 10)	1.80	0.36	0.16	0.04	0.40
(80—— 20)	1.60	0.32	0.32	0.08	0.40
(50—— 50)	1.00	0.20	0.80	0.20	0.40
(20—— 80)	0.40	0.08	1.28	0.32	0.40
(10—— 90)	0.20	0.04	1.44	0.36	0.40
(5—— 95)	0.10	0.02	1.52	0.38	0.40
(0——100)	0	0	1.60	0.40	0.40

(4) 播種，民國39年2月10日，於盆中播種，無肥料育苗。

(5) 挿秧，3月20日，以長 12~14 cm. 之苗3支作爲1株，各盆中挿秧1株。

(6) 收穫，8月2日，切穗後，收穫全部之根，莖及葉，並風乾之。

B. 生育調查

(1) 高度及分蘗，自4月1日至6月29日卽出穗開始時爲止，每週調查高度及分蘗數。高度係測量各盆中三支水稻之高度而取其平均値。分蘗數爲各盆之分蘗總數。

茲示其結果之一部於次。

區名		挿秧後 28 日		挿秧後 49 日		挿秧後 99 日	
		高度	分蘗	高度	分蘗	高度	分蘗
(0—— 0)	a	30.3 cm.	—	58.1 cm.	6	82.7 cm.	6
	b	32.7	—	58.0	7	81.7	7
(100—— 0)	a	27.0	—	55.0	9	101.0	16
	b	37.0	—	63.0	9	90.7	19
(95—— 5)	a	35.6	—	62.6	10	92.3	16
	b	35.3	—	67.6	9	88.8	17
(90—— 10)	a	35.0	—	67.0	9	83.7	18
	b	34.0	—	64.3	9	92.0	20
(80—— 20)	a	33.0	—	62.6	10	91.3	21
	b	32.7	—	59.6	8	88.3	21

(50—— 50)	a b	35.3 37.3	— —	63.3 69.3	11 8	84.0 104.3	20 22
(20—— 80)	a b	32.6 36.6	— —	58.3 63.6	9 10	86.0 90.7	21 23
(10—— 90)	a b	34.0 33.0	— —	64.3 62.6	9 8	86.3 93.0	18 17
(5—— 95)	a b	32.9 33.3	— —	60.3 66.6	11 9	87.7 83.3	22 20
(0——100)	a b	30.7 34.7	— —	65.6 57.0	9 9	82.3 83.0	19 22

由上結果觀之，挿秧後至49日爲止，高度雖無顯著之差別，然99日以後卽出穗前，(100—0) 區似較他區爲高。(0—100) 區之高度係最低，與 (0—0) 區約爲相同。分蘗數則無大差別。

(2) 出穗期，各盆之出穗開始期及出穗完全期如次。所謂出穗完全期卽10分之9之全穗數出穗之時期也。

區 名		出穗開始	出穗完全	出穗期間
(0—— 0)	a b	6月 27日 6 26	7月 12日 7 10	15日 14
(100—— 0)	a b	7 1 6 26	7 19 7 22	18 26
(95—— 5)	a b	6 24 6 26	7 3 7 12	9 16
(90—— 10)	a b	6 24 7 3	7 5 7 22	11 19
(80—— 20)	a b	6 29 7 3	7 22 7 11	23 8
(50—— 50)	a b	6 23 7 1	7 4 7 21	11 20
(20—— 80)	a b	6 26 6 30	7 8 7 12	12 12
(10—— 90)	a b	6 29 7 4	7 14 7 14	15 10
(5—— 95)	a b	6 24 7 1	7 14 7 17	20 16
(0——100)	a b	6 29 6 29	7 14 7 11	15 12

出穗之開始期各區雖均大體一致，惟出穗完全期，在 (100—0) 區有稍遲之傾向。其結果，自出穗開始至出穗完全之期間，以 (100—0) 區爲最長。

C. 收量調査

就收穫物調査其全風乾重，藁風乾重，穗數及穀重量。其結果如次表。收穫後土壤之 P_H 值亦一併列入。

區名		全收穫物風乾重	藁風乾重	穗數	穀重	收穫後土壤之PH
(0— 0)	a	29.8 gr.	23.5 gr.	6	6.3 gr.	5.8
	b	22.5	16.7	5	5.8	5.9
(100— 0)	a	54.0	46.8	6	7.2	5.8
	b	48.4	39.4	9	9.0	5.5
(95— 5)	a	37.0	30.1	7	6.9	5.4
	b	46.7	37.4	8	9.3	5.3
(90— 10)	a	42.1	32.6	9	9.5	5.7
	b	45.2	35.2	11	10.0	5.2
(80— 20)	a	47.3	37.3	14	10.0	5.6
	b	48.2	38.4	9	9.8	5.9
(50— 50)	a	44.5	33.2	10	11.2	5.4
	b	44.0	35.6	11	8.4	5.6
(20— 80)	a	40.1	33.6	6	6.5	5.9
	b	50.3	40.5	10	9.8	5.5
(10— 90)	a	39.1	31.0	10	8.1	5.6
	b	47.4	37.2	8	10.2	5.6
(5— 95)	a	41.4	31.1	12	10.3	5.9
	b	46.2	39.6	6	6.6	5.3
(0—100)	a	43.5	33.5	11	8.0	5.4
	b	39.0	30.3	10	8.7	5.7

(挿秧前土壤之 P_H 値 5.8)

根據以上所得結果，(100—0)區之藁收量雖較他區爲多，穀收量則比較低。於其他區藁收量較(100—0)區雖少，但穀收量則與其相等甚或有過者。特別在(90—10)，(80—20)及(50—50)區之3區穀收量較(100—0)區及(0—100)區爲多，藁收量則位兩區之間。

D. 氮吸收率

定量風乾之藁(含根)及穀中之氮以計算全收穫物中之氮量，並求其在各區之吸收率。其結果如下。

區名		含氮百分率		含氮量			平均	與無氮區之差	吸收率
		藁	穀	藁	穀	合計			
(0— 0)	a	0.60%	0.74%	0.14 gr.	0.05 gr.	0.19 gr.	0.18 gr.	— gr.	— %
	b	0.65	0.79	0.11	0.05	0.16			
(100— 0)	a	0.14	0.81	0.30	0.06	0.36	0.34	0.16	40
	b	0.61	0.78	0.24	0.07	0.31			
(95— 5)	a	0.65	0.75	0.20	0.05	0.25	0.28	0.10	25
	b	0.59	0.83	0.22	0.08	0.30			
(90— 10)	a	0.61	0.82	0.20	0.08	0.28	0.29	0.11	28
	b	0.63	0.79	0.22	0.08	0.30			
(80— 20)	a	0.60	0.80	0.22	0.08	0.30	0.31	0.13	33
	b	0.65	0.75	0.25	0.07	0.32			
(50— 50)	a	0.65	0.82	0.22	0.09	0.30	0.32	0.14	35
	b	0.69	0.79	0.25	0.07	0.32			

(20—— 80) a b	0.68 0.70	0.89 0.77	0.23 0.28	0.05 0.08	0.28 0.36	0.32	0.14	35
(10—— 90) a b	0.64 0.72	0.80 0.71	0.20 0.27	0.06 0.07	0.26 0.34	0.30	0.12	30
(5—— 95) a b	0.72 0.68	0.88 0.70	0.22 0.27	0.09 0.05	0.31 0.32	0.32	0.14	35
(0——100) a b	0.64 0.68	0.85 0.73	0.23 0.21	0.07 0.06	0.30 0.27	0.29	0.11	28

由氮吸收率觀之，(100—0)區較其他區爲高，單用氯化銨或與硫酸銨併用之區，吸收率較低爲25至35%。

E. 土壤 P_H 値之變化

以 Antimony 電極測定收穫後土壤之 P_H 値，其結果如收量調査表中所示。

揷秧前土壤之 P_H 値爲 5.8，卽收穫後，一般言之，P_H 値有略爲低下之傾向。惟于各區間無顯著之差異。

Ⅲ 討　　論

在本肥效試驗，土壤 5kg.，施用氮 0.4gr.，今假定 1ha. 之耕土爲 2500ton, 則氮之施用量爲 200 kg/ha, 比之普通施用量則多矣。因此之故，各區均見徒然生長之傾向，與分蘗數相較穗數似較少。特別爲硫酸銨，其徒令水稻生長之傾向甚爲顯著，卽硫酸銨區之氮吸收率爲40%，較其他區爲高，其高度及藁收量雖亦高，但穀收量則較少。又出穗完全期亦有較他區爲遲之傾向。然在氯化銨或氯化銨及硫酸銨混合物之區，高度及藁收量雖遜于硫酸銨區，然穀收量則與之相等，甚或有過之者。此結果與原田氏所得堪稱一致，卽據氏之硏究謂若施用硫酸銨于稻，麥等作物時，僅莖藁之生長繁茂，子實之收量則較少，惟在氯化銨之場合，藁及子實均見相當量之增加云。

又于本試驗足資注目者，厥爲對于穀實之有效增收一事，卽含有氯化銨 8 至45%混合物較硫酸銨或氯化銨爲有效。關于此一事實，嗣後容再硏究。

收穫後，土壤之 P_H 値一般言之均有略爲低下之傾向，但各區間無大差異。吾人雖可預想硫酸銨及氯化銨對于土壤性質之影響當不盡同，然此差異非經常年月連用試驗之不能明瞭也。

Ⅲ 摘　　要

爲比較氯化銨，硫酸銨及二者之混合物之肥效，就水稻以盆栽法試驗之。所得結果如下。

(1) 出穗前之高度以硫酸銨區爲最高，氯化銨區最低，又氯化銨區與無氮區無顯著之差異。除無氮區外，分蘗數各區大體皆一致。

(2) 自出穗期觀之，硫酸銨區似較他區爲遲，其他區均約略相同。

(3) 藁收量以硫酸銨區最高，其穀收量則比較的低。然在氯化銨區，藁收量雖較硫酸銨區爲低，其穀收量則與之大致相同。故多量施用時，硫酸銨較之氯化銨，徒令水稻生長之傾向似頗大也。在此結果中足資注意者，厥爲穀收量于含有氯化銨 8 至45%混合物之區較之其他區呈顯著之增加一事。

(4) 氮之吸收率以硫酸銨區最高爲40%，在其他區約爲25至35%。

(5) 收穫後，土壤之 P_H 值，各區均有幾分低下之傾向。

文　　獻

(1) Scholz: Vegetable Experiments with New Nitrogenous Fertilizers. Z. Landw. Kammer Braunschweig, 88, 435; cf. C, A, 15, 3359 (1912).

(2) J. Kuyper: The Value of Ammonium Chlonide as Nitrogenous Fertilizer. Arch. Suiker. ind., 31, 1, (1923)' cf. C. A. 17, 1524 (1923).

(3) L. Maume; Ammonium Chloride and Other Nitrogenous Fertilizers. Prog. agri vit., 77, 588 (1922); cf. C. A. 16, 2752 (1922).

Viger: Ammonium Chloride at the Agricultural School at Chesnoy. Compt. rend. agr. France, 10, 773 (1924); cf. C. A. 19, 1026 (1925).

B.E. Brown et al.: Source of Nitrogen for Potato Fertilizer in Aroostock County. Maine Agr. Expt. Sta. Bull. 358, 38 (1930); C. A. 25, 1620 (1931).

(4) Schneidewind: Results of Further Nitrogen Experiments. Landw. Wochschr. Sachsen, 20, 153 (1918); cf. C. A. 15, 2522 (1921).

(5) A.G. Mikhalovskii: The Effect of Nitrogenous Fertilizers on the Yield and Qnality of Sugar Beets. Udobrenie i Urozhai, 2, 633 (1930); cf. C. A. 25, 3116 (1931).

(6) 原田正夫：鹽化アンモニアの肥料效果試驗。東京帝國大學農學部土壤肥料學教室報告。第2號 (昭和15年)。

原田正夫：鹽化アンモンの研究（第1~5報），日本土壤肥料學雜誌，16, 222, 224, 226 (昭和17年)；17, 81, 85 (昭和18年)

(7) H. Danneel: Gleichzeitig Herstellung von Ammoniumsulfat und Ammoniumchlorid, vorzugsweise für Düngezwecke. D.R.P. 417, 214 (1925); cf. C. Z. 1925 II, 2289.

S.I. Wolfkowitsch: Verfahren zur Gewinnung einer Mischung von Ammoniumsulfat und Chlorammonium. Russ. P. 18734 (1931); cf. C. Z. 1931 II, 1894.

Preliminary Report on the Mixture of Ammonium-Chloride and Sulfate as a Fertilizer of Rice

T. T. Yen.

Summary.

In order to compare the fertilizer values of ammonium sulfate, ammonium chloride and the mixtures of both salts, pot experiments were conducted with rice plants. The results obtained were as follows:

(1) The height of the plant before earing in ammonium sulfate plot was the highest and that in ammonium chloride plot was the lowest. There was no significant difference between ammonium chloride plot and the plot with no nitrogen. The number of tillers were nearly the same in all plots.

(2) There seemed to have a tendency of earing slowly in ammonium sulfate plot, while in other plots the date of earing were approximately the same.

(2) The ammonium sulfate plot gave the highest yield of straws and relatively low yield of grains, whereas in ammonium chloride plot, though the yield of straws was somewohat low, the production of grains was approximately the same with that in ammonium sulfate plot. It might be predicted from the above obtained result that on the application of rather large amount of nitrogenous fertilizers such as ammonium sulfate and ammouium chloride, there might be a tendency of increasing the ineffectiveness of the growth of rice plant, and in the case of ammonium sulfate, the extent to which the tendency reached might be greater than that of ammonium chloride.

It is noteworthy that the application of mixtures containing 5~45% ammonium chloride gave notably larger amounts of grains than that of others.

(4) The availability of nitrogen was 40%, the highest of all, in ammonium sulfate plot. In other plots, it ranged from 25% to 35%.

(5) After harvesting, the P_H values of the soils of all plots were somewhat lowered.